

**PERENCANAAN PEMBUATAN SISTEM PENUNJANG KEPUTUSAN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CLUSTERING*
PADA STUDI KELAYAKAN PEMBUKAAN JARINGAN TRAYEK
ANGKUTAN KOTA
(SISTEM PENUNJANG KEPUTUSAN JARINGAN TRAYEK
ANGKUTAN KOTA)**

Dhiani Tresna Absari,ST

Dosen Jurusan Teknik Informatika Universitas Surabaya
email : diani@if.ubaya.ac.id

Abstrak

Dinas Perhubungan (Dishub) Surabaya adalah instansi pemerintah yang tugasnya adalah Membuka dan mengalihkan jaringan trayek angkutan kota serta menentukan jumlah armada dan tarif angkutan kota. Dalam melaksanakan tugasnya, Dishub membutuhkan banyak waktu, karena dalam melaksanakan tugasnya masih menggunakan sistem manual. Cara inilah yang sering menjadi faktor utama keterlambatan pengambilan keputusan. Hal ini sangat tidak diharapkan karena kondisi lapangan membutuhkan keputusan dihasilkan dalam waktu yang tepat. Keadaan ini diperburuk bila terjadi kesalahan perhitungan sehingga kualitas keputusan yang dihasilkan perlu dipertanyakan.

Berdasarkan analisis permasalahan diatas, maka perlu adanya suatu sistem yang dapat membantu Dishub dalam mengambil keputusan dengan waktu yang tepat tanpa mengurangi kualitas dari keputusan yang dihasilkan. Sistem ini yang kemudian bisa disebut sebagai Sistem Penunjang Keputusan (SPK) diharapkan dapat membantu Dishub dalam melakukan pengolahan dan analisis data yang dapat berguna bagi Dishub dalam hal membuka dan mengalihkan jaringan trayek angkutan kota.

Desain dari metode pengambilan keputusan yang digunakan adalah dengan menggunakan metode clustering (pengelompokan). Data-data akan diamati dan dikelompokkan berdasarkan karakteristik jalan sehingga dapat menggambarkan ciri-ciri dari suatu kelompok jalan.

Berdasarkan hasil uji coba dan evaluasi, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini dapat membantu Dishub dalam melaksanakan salah satu tugasnya yaitu membuka dan mengalihkan jaringan trayek angkutan kota.

Kata Kunci : Sistem Penunjang Keputusan (SPK), Clustering.

1. Pendahuluan

Dinas Perhubungan (Dishub) Surabaya adalah instansi pemerintah yang tugasnya adalah membuka dan mengalihkan jaringan trayek angkutan kota serta menentukan jumlah armada dan tarif angkutan kota. Dalam melaksanakan tugasnya, Dishub membutuhkan banyak waktu, karena pekerjaan merangkum, melakukan perhitungan dan analisis terhadap data dan variabel yang didapatkan dari survey, masih dilakukan secara manual. Dan pekerjaan ini selalu dilakukan Dishub setiap kali akan mengambil keputusan. Cara inilah yang sering menjadi faktor utama keterlambatan pengambilan keputusan, sementara seharusnya hal ini tidak diinginkan untuk terjadi, karena kondisi lapangan membutuhkan keputusan dihasilkan dalam waktu yang tepat. Bila terjadi keterlambatan dalam pengambilan keputusan, bukan suatu hal yang tidak mungkin akan dapat menimbulkan kemacetan maupun konflik antar penyedia jasa angkutan. Keadaan ini diperburuk bila terjadi kesalahan dalam perhitungan, sehingga akan berakibat keputusan yang diambil menjadi rawan kesalahan. Untuk sementara, cara Dishub menyelesaikan permasalahan ini adalah dengan menggunakan perhitungan yang cukup sederhana atau bahkan hanya lewat insting saja sehingga kualitas keputusan pun perlu dipertanyakan.

Berdasarkan analisis permasalahan diatas, maka perlu adanya suatu sistem yang dapat membantu Dishub dalam mengambil keputusan dengan waktu yang tepat tanpa mengurangi kualitas dari keputusan yang dihasilkan. Sistem ini yang kemudian bisa disebut sebagai Sistem Penunjang Keputusan (SPK), diharapkan dapat membantu Dishub dalam melakukan pengolahan dan analisis data sehingga dapat menghasilkan informasi yang dapat berguna bagi Dishub dalam hal membuka dan mengalihkan jaringan trayek angkutan kota. Beberapa faktor penting seperti faktor jalan, penduduk dan kompetitor serta tempat umum dijadikan sebagai bahan pertimbangan.

Metode pengambilan keputusan yang digunakan adalah dengan metode *clustering* (pengelompokan) dengan memanfaatkan fasilitas di SPSS. Data-data akan diamati dan dikelompokkan berdasarkan karakteristik jalan sehingga dapat menggambarkan ciri-ciri dari suatu kelompok jalan. Selain itu disediakan pula fasilitas untuk melakukan perhitungan jumlah armada dan tarif angkutan kota yang sesuai dengan metode yang tercantum dalam buku petunjuk Dishub.

2. Sistem Penunjang Keputusan

SPK adalah salah satu subsistem dari Sistem Informasi Berbasis Komputer/*Computer Based Information System (CBIS)* yang dapat menyediakan informasi yang berguna bagi proses pengambilan keputusan ketika menghadapi sebuah masalah semi terstruktur yang spesifik. Informasi sebagai output dari SPK, dapat disajikan dalam bentuk laporan yang dihasilkan melalui perhitungan/model matematika (McLeod, 2001).

Bila diterapkan dalam sebuah organisasi, tujuan utama dari SPK adalah membantu manager dan orang-orang yang terlibat dalam proses pengambilan keputusan, adalah untuk meningkatkan kemampuannya dalam memutuskan masalah. Keputusan yang dihasilkan nantinya dapat memenuhi batasan kognitif, waktu dan ekonomis. Sistem ini diharapkan akan meningkatkan efisiensi dan efektifitas pada proses pengambilan keputusan (Holsapple dan Winston, 1996).

Menurut Holsapple dan Winston (1996), tujuan dari SPK adalah sebagai berikut :

1. SPK adalah suplemen bagi kemampuan pengambilan keputusan oleh seorang pengambil keputusan. Salah satunya yaitu membantu pengambil keputusan dalam mengenali masalah dan kemudian memformulasikan data pendukung untuk keperluan analisis dan pengambilan tindakan.
2. SPK dapat memfasilitasi salah satu atau semua fase pengambilan keputusan. Fase pengambilan keputusan itu sendiri menurut Herbert A. Simon seperti yang dituliskan oleh McLeod (2001) adalah :
 - a. *Intelligence Activity* : yaitu proses pencarian informasi dan data dari lingkungan yang berguna dalam pemecahan masalah.
 - b. *Design Activity* : menemukan, mengembangkan dan menganalisa kemungkinan dari tindakan yang akan solusi.
 - c. *Choice Activity* : memilih salah satu dari tindakan yang telah dianalisa pada fase sebelumnya, yang kemudian dijadikan alternatif solusi.
 - d. *Review Activity* : mengimplementasikan solusi dan *following up*.
3. SPK dapat memfasilitasi agar proses pengambilan keputusan dapat berjalan secara lancar dan lebih cepat.
4. SPK dapat menjadi bantuan untuk memecahkan masalah yang semi terstruktur bahkan tidak terstruktur.
5. SPK dapat membantu dalam manajemen informasi/pengetahuan. Hal ini dimungkinkan karena DSS dapat memiliki kemampuan untuk menerima, menyimpan, menggunakan, menurunkan dan merepresentasikan informasi/pengetahuan yang sesuai dengan keputusan yang akan diambil.

3. Metode Pengambilan Keputusan

Salah satu cara untuk melakukan analisis terhadap data-data hasil dari observasi yang mengandung banyak variabel adalah dengan menggunakan analisis multivariabel secara statistik / analisis multivariabel. Cara ini dapat membantu memahami hubungan antar data-data dari banyak variabel dan kemudian dilakukan proses analisis yang lebih mendalam. Dengan demikian sebuah permasalahan dapat diindikasikan sehingga selanjutnya dapat diambil sebuah keputusan yang tepat (Johnson dan Wichern, 1998).

Dengan memperhatikan permasalahan yang dihadapi oleh Dishub, maka metode pengelompokan adalah cara yang bisa diterapkan untuk menganalisis hasil dari observasi yang dilakukan Dishub. Idennya adalah dengan berusaha untuk mengelompokkan jalan berdasarkan karakteristik yang diperoleh dengan mempertimbangkan faktor jalan, penduduk dan kompetitor serta tempat umum. Ada dua cara pendekatan pengklasifikasian dan pengelompokan yang dapat dipilih, yaitu cara *Clasification dan Clustering*. Pada intinya kedua cara ini sama-sama berusaha mengelompokkan data hasil observasi, namun pada *clasification*, jumlah kelompok dan jenisnya sudah jelas ditentukan sedangkan pada *clustering* tidak diketahui secara pasti jumlah kelompoknya. *Clustering* pada prinsipnya adalah berusaha mengelompokkan objek-objek menjadi beberapa kelompok (belum pasti jumlahnya) berdasarkan variabel yang diamati, sehingga anggota dalam suatu kelompok mempunyai kemiripan yang sama dibandingkan antar anggota pada kelompok yang berbeda. Prinsip yang digunakan adalah memaksimumkan homogenitas (kesamaan) dalam suatu kelompok dan juga memaksimumkan heterogenitas (ketidaksamaan) antar kelompok (Anderson dkk, 1995).

Selama ini metode pengambilan keputusan yang digunakan oleh Dishub berpedoman pada buku "Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur" yang diterbitkan oleh Dishub. Proses perhitungannya cukup sederhana tanpa adanya perhitungan statistik dan hanya memperhatikan karakteristik suatu kelurahan. Berdasarkan wawancara dengan pihak Dishub bahwa akan sangat membantu bila perhitungan juga didasarkan pada karakteristik suatu jalan, mengingat ada banyak jalan di suatu kelurahan yang dapat dipilih ketika Dishub ingin membuka / mengalihkan jaringan trayek angkutan kota.

Beberapa faktor perlu ditetapkan untuk menjadi variabel sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan karakteristik sebuah jalan. Adapun faktor-faktor dimaksud berdasarkan buku pedoman & hasil wawancara adalah :

- a) Faktor jalan.
Digunakan dengan pertimbangan bahwa jalan adalah elemen fisik penyusun suatu jaringan. Faktor jalan terdiri dari: pertumbuhan rumah dan kepadatan jalan.
- b) Faktor kompetitor.
Digunakan dengan pertimbangan bahwa dengan mengetahui kompetitor lyn, maka Dishub dapat melakukan antisipasi terhadap kompetitor dalam membuka dan mengalihkan jaringan. Faktor kompetitor terdiri dari: jaringan trayek bis kota dan jaringan trayek angkutan kota (sesama lyn).
- c) Faktor penduduk.
Digunakan dengan pertimbangan bahwa penduduk adalah konsumen dari angkutan kota. Faktor penduduk terdiri dari: penduduk usia 5-60 tahun (usia aktif melakukan pergerakan), pekerjaan (pegawai negeri, pegawai swasta, dan wiraswasta), pendapatan, dan frekuensi pemakaian angkutan kota.
- d) Faktor tempat umum.
Digunakan dengan pertimbangan bahwa pengunjung tempat umum dapat menjadi calon penumpang bagi angkutan kota pada jalan yang merupakan lokasi tempat umum tersebut berdiri. Faktor tempat umum terdiri dari: volume pengunjung dan tingkat ekonomi.

3.1 Clustering (Pengelompokan)

Analisis pengelompokan (*clustering*) adalah sebuah teknik dari analisis multivariabel yang digunakan untuk mengelompokkan objek-objek (variabel atau data) sehingga dapat menghasilkan suatu informasi untuk membantu pelaksanaan pengujian terhadap objek dan pada akhirnya dapat menyajikan suatu hipotesis berdasarkan relasi yang terjadi (Johnson dan Wichern 1998). Prinsip yang digunakan adalah memaksimumkan homogenitas (kesamaan) dalam satu kelompok dan juga memaksimumkan heterogenitas (ketidaksamaan) antar kelompok (Anderson dkk 1995).

Teknik pengelompokan data yang digunakan adalah menggunakan algoritma Euclidean Single Linkage (Johnson dan Wichern 1998). Adapun manfaat-manfaat yang dapat diperoleh dari penerapan pengelompokan yaitu (Anderson dkk 1995):

1. Identifikasi hubungan.

Dengan pembentukan kelompok akan terlihat bagaimana suatu objek berelasi dengan objek-objek yang lain.

2. Reduksi data (penyederhanaan data).

Jika objek-objek dikumpulkan dalam satu kelompok, kita dapat memberikan interpretasi secara berkelompok tidak satu-persatu. Dengan demikian akan lebih menghemat waktu dan informasi yang diberikan dapat lebih mudah dipahami.

3. *Profiling* (penggolongan tipe objek).

Memberikan deskripsi atau profil keanggotaan dari cluster.

Untuk kasus yang dihadapi Dishub, pengelompokan dilakukan pada objek jalan. Pengelompokan dilakukan berdasarkan pada kesamaan karakteristik yang dimiliki oleh objek-objek tersebut. Objek yang karakteristiknya sama akan berkumpul dalam satu kelompok. Tujuan akhir dari pengelompokan adalah untuk melihat ciri-ciri atau potensi suatu jalan untuk dibuka jaringan trayek baru atau dipilih sebagai bagian dari suatu jaringan trayek.

Langkah-langkah yang dituliskan oleh Johnson dan Wichern (1998) dalam bukunya untuk melakukan pengelompokan dengan tujuan menghasilkan suatu data yang terkelompok adalah sebagai berikut:

1. Standarisasi data yang akan dikelompokkan. Hal ini dilakukan agar data mempunyai skala yang sama, sehingga pengelompokan akan stabil. Rumus standarisasi adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1)$$

$$\text{Std}(X) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\text{Std}(X)} \quad (3)$$

\bar{X} = rata-rata data X ; X_i = data X ke-i; n = banyak data X, $\text{Std}(X)$ = standar deviasi data X;
 Z_i = data standar X ke-i.

2. Menentukan ukuran kemiripan atau ketidakmiripan antar data dengan metode jarak Euclidean. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$d_{rs} = \left(\sum_{i=1}^n (X_{ri} - X_{si})^2 \right)^{1/2} \quad (4)$$

d_{rs} = ukuran ketidakmiripan antara objek ke-r dengan objek ke-s.

3. Melakukan pengelompokan dengan metode Single Linkage, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Mulai dengan N kelompok masing-masing beranggotakan 1 dan diketahui matriks jarak D.
- b) Cari jarak terkecil, misalkan kelompok U dan V mempunyai jarak d_{uv} .
- c) Gabungkan kelompok U dan V dan beri label UV. Hitung kembali matriks jarak dengan menghapus baris dan kolom kelompok U dan V dan menambahkan satu baris dan kolom untuk kelompok UV.
- d) Ulangi tahapan 2 dan 3 sebanyak N-1 kali (sampai tersisa hanya 2 kelompok).

4. Menentukan jumlah kelompok dengan mencari nilai *eigen* yang lebih besar dari 1. Caranya adalah dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Det} (A - \lambda I) = 0 \quad (5)$$

$$\begin{bmatrix} 1-\lambda & . & . & . & \rho \ln \\ . & 1-\lambda & . & . & . \\ . & . & 1-\lambda & . & . \\ . & . & . & 1-\lambda & . \\ \rho ml & . & . & . & 1-\lambda \end{bmatrix} = 0 \quad (6)$$

Det = determinan; A = matriks korelasi yang berbentuk bujursangkar dengan diagonal = 1
 λ = nilai eigen; I = matriks identitas; m = panjang baris dari matriks; n = panjang kolom dari matriks dan ρ = koefisien korelasi.

A dapat diperoleh dengan menghitung koefisien korelasi menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (7)$$

5. Interpretasi dengan memberikan evaluasi pada setiap kelompok yang telah terbentuk.

4. Contoh Kasus

Berikut akan dijelaskan langkah-langkah perhitungan studi kelayakan pembukaan jaringan trayek angkutan kota dalam sebuah sistem contoh kasus berikut. Diketahui sebuah penyedia jasa angkutan kota mengajukan permohonan pembukaan jaringan trayek baru melalui suatu rute yang akan dipilih dari 2 buah rute yaitu :

- 1). A – B – C – D
- 2). A – F – G – D

Diasumsikan, jalan-jalan yang ada pada rute saling terhubung (misal untuk rute 1 : jalan A terhubung dengan jalan B, jalan B terhubung dengan jalan C dan jalan C terhubung dengan jalan D). Tahapan yang dilakukan sistem jika ingin mengetahui rute manakah yang merupakan rute terbaik untuk dijadikan jaringan trayek baru, maka untuk masing-masing rute, dilakukan proses perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan nilai faktor-faktor dari masing-masing jalan yang kemudian disebut sebagai variabel. Sebagai contoh, misalkan untuk masing-masing jalan, ditetapkan ada 3 faktor yang mempengaruhi dan kemudian dianggap sebagai variabel V1, V2 dan V3. Selanjutnya data jalan beserta besarnya nilai variabel dituliskan dalam bentuk tabel (hasilnya dapat dilihat pada tabel 1).

Tabel 1 Data Jalan

Obj\Var	V1	V2	V3
A	6	5	9
B	9	2	10
C	7	1	12
D	10	5	10

2. Melakukan standarisasi data untuk setiap nilai variabel pada masing-masing jalan dengan nilai N setara dengan jumlah jalan yaitu 4. Standarisasi data dilakukan dengan menggunakan persamaan (3).

Sebagai contoh 1, untuk data jalan A dengan variabel V1 yang nilainya adalah 6 (selanjutnya disebut data V1₁₁) maka proses standarisasinya adalah sebagai berikut :

- Mencari rata-rata data V1 dengan persamaan (1)

$$\begin{aligned} \bar{V1} &= \frac{V1_{11} + V1_{21} + V1_{31} + V1_{41}}{N} \\ &= \frac{6+9+7+10}{4} \\ &= 8 \end{aligned}$$

- Mencari standar deviasi data V1 dengan persamaan (2)

$$\text{Std}(V1) = \sqrt{\frac{(V1_{11} - \bar{V1})^2 + (V1_{21} - \bar{V1})^2 + (V1_{31} - \bar{V1})^2 + (V1_{41} - \bar{V1})^2}{N - 1}}$$

$$= 1,825742$$

- Mencari nilai standar untuk data $V1_{11}$ dengan persamaan (3)

$$Z(V1_{11}) = \frac{V1_{11} - \bar{V1}}{\text{Std}(V1)}$$

$$= \frac{6 - 8}{1,825742}$$

$$= -1,09545$$

- Setelah semua data telah distandarkan dengan cara yang sama, maka didapatkan tabel baru, yaitu tabel 2, yang berisi data yang telah standar.

Tabel 2 Data Jalan Standar

Obj/Var	V1	V2	V3
A	-1,09545	0,848875	-0,9934
B	0,547723	-0,60634	-0,19868
C	-0,54772	-1,09141	1,390759
D	1,095445	0,848875	-0,19868

3. Membuat matriks jarak untuk objek jalan dengan menggunakan metode Euclidean Single Linkage. Caranya adalah dengan menggunakan persamaan (4). Misal, untuk mencari jarak objek A dan B adalah sebagai berikut :

$$d_{AB} = \sqrt{(-1,09545 - 0,547723)^2 + (0,848875 - (-0,60634))^2 + (-0,9934 - (-0,19868))^2}$$

$$= 2,334358$$

Langkah yang sama dilakukan untuk seluruh data, sehingga pada akhir perhitungan, didapatkan matriks seperti dibawah ini :

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2,334358 & 3,122325 & 2,330575 \\ 2,334358 & 0 & 1,990379 & 1,554878 \\ 3,122325 & 1,990379 & 0 & 2,998503 \\ 2,330575 & 1,554878 & 2,998503 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

4. Melakukan algoritma pengelompokan Euclidean Single Linkage :

- Mencari nilai terkecil dari matriks jarak. Berdasarkan matriks jarak diatas, dapat diketahui bahwa nilai terkecilnya adalah 1,554878.
- Menghapus kolom dan baris objek pembentuk nilai terkecil tersebut yaitu B dan D dan membentuk kolom dan baris baru yang objeknya merupakan gabungan dari objek yang dihapus, yaitu B dan D. Kolom dan baris baru tersebut disebut BD, dan matriks jarak yang baru adalah sebagai berikut :

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} A & C & BD \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ C \\ BD \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 3,122325 & 2,330575 \\ 3,122325 & 0 & 1,990379 \\ 2,330575 & 1,990379 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

- Algoritma dilakukan terus sampai hanya tersisa 2 objek saja

$$\begin{matrix} & \text{A} & \text{BDC} \\ \text{A} & \begin{bmatrix} 0 & 2,330575 \end{bmatrix} \\ \text{BDC} & \begin{bmatrix} 2,330575 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

5. Menentukan jumlah kelompok dengan cara mencari jumlah nilai eigen yang lebih besar dari 1. Langkahnya yaitu :

- Menentukan matriks korelasi dan koefisien korelasinya (ρ). Bila A adalah matriks korelasi, maka

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 \end{bmatrix}$$

Menentukan koefisien korelasi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (7). Langkah pertamanya adalah menentukan rata-rata dari variabel dari data yang telah distandarisasi, yaitu pada tabel 2.

$$\frac{-1,09545 + 0,547723 + (-0,547723) + (-1,09545)}{4}$$

$$\overline{V1} =$$

$$\overline{V2} = 0; \overline{V3} = 0$$

Langkah berikutnya adalah mencari koefisien korelasi, sebagai contoh berikut, akan dicari koefisien korelasi ρ_{21} dengan menggunakan persamaan (7).

$$\rho_{21} = \rho_{12} = \frac{\sum(V2_{i2} - 0)(V1_{i1} - 0)}{\sqrt{\sum(V2_{i2} - 0)^2} \sqrt{\sum(V1_{i1} - 0)^2}} = 0,088561$$

Setelah semua koefisien korelasi dihitung maka didapat matriks korelasi sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0,088561 & 0 \\ 0,088561 & 1 & -0,80312 \\ 0 & -0,80312 & 1 \end{bmatrix}$$

- Menentukan nilai eigen yang lebih besar dari 1. Nilai eigen dapat dicari dengan menggunakan persamaan (5) yaitu $\text{Det}(A - I) = 0$

$$\begin{aligned} A - I &= \begin{bmatrix} - & 1 & 0,088561 & 0 \\ 0,088561 & & 1 & -0,80312 \\ 0 & -0,80312 & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 1-\lambda & 0,088561 & 0 \\ 0,088561 & 1-\lambda & -0,80312 \\ 0 & -0,80312 & 1-\lambda \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Misalkan, jika hasil akar-akar persamaan dari $\text{Det}(A-I) = 0$ adalah
 $\lambda_1 = 1,3$; $\lambda_2 = 1,1$; $\lambda_3 = 0,8$

Nilai eigen yang terbentuk ada 3, yaitu λ_1 , λ_2 , dan λ_3 .

Jumlah kelompok yang dihasilkan hanya 2, karena hanya 2 nilai eigen yang memiliki nilai lebih besar dari 1 yaitu $\lambda_1 = 1,3$ dan $\lambda_2 = 1,1$.

6. Menentukan matriks jarak untuk variabel, menggunakan cara yang sama dengan menentukan matriks jarak untuk objek jalan (dapat dilihat pada langkah ke-3).

Matriks jarak dari variabel adalah :

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} V1 & V2 & V3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} V1 \\ V2 \\ V3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2,33851 & 2,44949 \\ 2,33851 & 0 & 3,289178 \\ 2,44949 & 3,289178 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

7. Melakukan algoritma pengelompokan Euclidean Single Linkage untuk matriks jarak variabel. Cara yang digunakan sama seperti langkah ke-4, sehingga pada akhirnya terbentuk matriks jarak sebagai berikut:

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} V3 & V2V1 \end{matrix} \\ \begin{matrix} V3 \\ V2V1 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2,44949 \\ 2,44949 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

8. Interpretasi data, yaitu berdasarkan dengan menentukan anggota dan karakteristik kelompok. Dari langkah ke-7, dapat diketahui bahwa jumlah kelompok yang terbentuk adalah 2 kelompok. Kelompok tersebut adalah:
 - Kelompok 1 dengan 1 anggota yaitu A dengan karakteristik yang mendominasi V3.
 - Kelompok 2 dengan 3 anggota yaitu B, D, dan C dengan karakteristik yang mendominasi V1 dan V2.

Selain itu dapat ditentukan pula nilai rata-rata karakteristik tiap kelompok dengan mengacu pada data asli sebelum standarisasi.

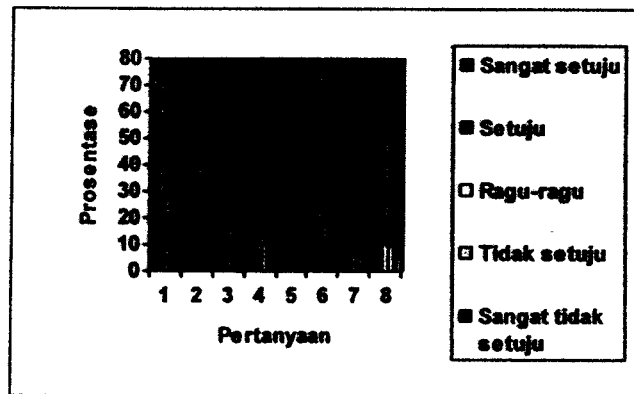
- Kelompok 1
 $\overline{V3} = 9$
- Kelompok 2
 $\overline{V1} = \frac{9+7+10}{3} = 8,67$
 $\overline{V2} = \frac{2+5}{3} = 2,33$

Nilai total jaringan didapatkan dengan menjumlah rata-rata karakteristik kelompok
Nilai total jaringan = $9 + 8,67 + 2,33 = 20$

Rute 2 yaitu A-F-G-D juga diproses menggunakan langkah-langkah yang sama (langkah 1 sampai 8). Hasil akhirnya kemudian dibandingkan dengan rute 1. Rute yang memiliki nilai total jaringan tertinggi adalah yang merupakan rute yang paling baik untuk dipilih, karena faktor-faktor yang mempengaruhi dapat memberikan keuntungan yang terbesar dibandingkan dengan rute lainnya. Misalkan jika kemudian diketahui nilai total jaringan untuk rute 2 adalah 16,34, maka rute 1 disarankan untuk dipilih, karena nilai total jaringannya lebih besar, yaitu 20.

5. Uji Coba & Evaluasi

Uji coba dilakukan dengan cara menjalankan sistem dengan bantuan perangkat lunak SPSS. User dari sistem ini adalah beberapa orang dari Dishub yang biasa menjadi pengambil keputusan dalam pembukaan trayek baru. Dari hasil uji coba dan evaluasi dapat disimpulkan bahwa sistem dapat memberikan saran dalam waktu yang lebih cepat serta dapat memberikan analisis yang tepat dibandingkan dengan menggunakan cara yang manual. Gambar 1 menunjukkan histogram prosentase hasil uji coba dan evaluasi program yang didapat dari pengisian angket oleh user.



Gambar 1 Histogram Prosentase Hasil Uji Coba dan Evaluasi Program

6. Daftar Pustaka

- [1] Anderson, R.E., Black, W.C., Hair, J.F., dan Tatham, R.L., *Multivariate Data Analysis with Readings*, 4th ed, Prentice-Hall Inc, New Jersey, 1995
- [2] Dephub (Departemen Perhubungan). (1996). *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur*. Departemen Perhubungan, Jakarta.
- [3] Holsapple, C.W. dan Winston, A.B, *Decision Support Systems: A Knowledge-Based Approach*. One Main Street, Cambridge, 1996.
- [4] Johnson, R.A. dan Wichern, D.W, *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice-Hall Inc, New Jersey, 1998.
- [5] McLeod Jr, Raymond dan Schell, George, *Management Information System*, 8th ed, Prentice-Hall Inc, New Jersey, 2001